

Musculoskeletal Disorders Risk Factors of Office Workers Using Decision Tree Analysis

U-Ri Chae¹, Jae-Bum Park², Jung-Min Yun¹, Sung-Hwan Yang³, Peom Park¹

¹Department of Industrial Engineering, Ajou University, Suwon, 443-749

²Department of Occupational and Environmental Medicine, School of Medicine, Ajou University, Suwon, 443-749

³Department of Prosthetics & Orthotics, Korea National University of Welfare, Pyeongtaek, 17738

ABSTRACT

The aim of this study is to prevent and predict the occurrence probability of work-related musculoskeletal diseases in upper limbs, lower back, lower limbs with office workers. According to US 'Center for Diseases Control and Prevention(CDC)', 'International Labor Organization(ILO)' said that nearly 2.2million workers are lead to death due to occupational diseases or injury each year. In addition, 'Health and Safety Executive' said that assessment of occupational diseases increased to 535,000 from 452,000 in 2013. International studies are being made to have a high level of attention to the factors affecting the occupational diseases, also often targets a specific job. In this study, we analyze Korean version of 'European Working Conditions Survey(EWCS)', 'Korean Working Conditions Survey(KWCS)' data, to predict occupational diseases that can occur with office workers.

Keywords: Work-related, musculoskeletal disorders, decision tree, office workers

1. Introduction

직업성 근골격계질환은 반복적인 작업으로 인해 목, 어깨, 팔, 다리 등의 근육에 미세한 손상으로 인한 통증이 생기는 질환이다(1). 미국의 Centers for Disease Control and Prevention(질병통제예방센터, 이하 CDC)에 따르면 근골격계질환은 건강과 안전을 위해 중요하게 다뤄야 할 문제이다(2). Health and Safety Executive(영국의 보건안전청, 이하 HSE)의 설문조사에 의하면 2011년 452,000명까지 감소추세를 보이던 직업관련성 질환자가 2013년엔 535,000명까지 늘어났으며, 그 중 근골격계질환을 겪었다고 대답한 응답자 약 120만명이 직업으로 인해 악화되었거나 질환의 원인이라고 판단했다(3). 근골격계질환은 미국과 북유럽, 일본에서 가장 대표적인 직업성 질환중의 하나로(4) 특히 유럽에서는 직업병의 39%를 차지하는 가장 흔한 직업병이다(5). 미국에서는 1/3의 성인이 적어도 한 번은 관절통이나 부종, 관절각도제한 등의 근골격계질환을 겪으며 실업으로까지 이어진다(6). 일본 성인의 경우 41.2%에

달하는 4,220만명이 근골격계질환을 겪고있다(7).

해외에서는 이러한 직업성 질환에 영향을 미치는 유해요인들에 대한 관심과 다양한 연구가 이루어지고 있으며(8 -14), 특정 직업이나 신체부위를 대상으로 한 연구 또한 많다(15 - 17). 미국은 80년대부터 근골격계질환 발생 위험 요인들에 대해 체계적으로 조사 및 분석하여 전체적인 근골격계질환자 수가 점차 줄어드는 추세이다(18). 유럽에서 또한 European Working Conditions Survey(이하 EWCS)가 있는데, EU 가입국들을 대상으로 5년에 한 번씩 근로환경만족도에 대한 조사를 진행한다. 해당 조사결과에 따르면 주요 원인으로서는 성별, 나이, 교육, 흡연, 음주, 취업유무, 소득수준, 직종, 근로시간, 주당 근무시간, 근로시간의 변동여부, 근로 작업 변동, 평균 근로시간, 시간에 따른 신체적 요인, 심리적 요인, 현재 질병의 유무 등 다양한 요인에 대해 질문하고 있으며, 신체적 요인으로서는 진동, 소음, 고온, 저온, 분진, 증기, 화학물질, 담배연기, 감염물질, 피로하거나 통증을 유발하는 자세, 사람을 들거나 이동시키는 동작, 무거운 물건의 이동, 계속 서 있는 자세에 대해 평가했고, 사회심리학적 요인으로

로는 직업만족도, 근무조건, 직업안정성, 상사 및 동료간의 관계, 업무스트레스 등에 관한 조사를 진행했다(19, 20). 그 외에 택시기사들을 대상으로 한 직업성 근골격계질환의 위험요인에 대해 조사한 연구(21), 브라질 치과 의사들의 물리적 부하와 근골격계질환과의 관계(22) 등 다양한 연구가 있다(23, 24). 사회심리학적 요인 한 가지에 대해 조사한 연구로는 요통과 경부 및 견부에 발생하는 직업성 근골격계질환에 대한 연구(25)가 있으며 최근 들어서는 신체적, 사회심리학적 요인에 환경적인 요인이 포함되어 직업성 근골격계질환에 복합적으로 영향을 미치는 요인들에 대해 조사한 연구가 많다(26-29).

국외의 연구는 이처럼 활발하게 이루어지고 있지만 사회적 특성이나 근로환경의 차이로 해외의 연구결과를 국내에 적용하여 활용 및 분석하기 어렵다. 고용노동부는 ‘업무상 질병 인정범위 및 기준에 관한 연구’에서 최근의 작업 조건 등의 변화로 근로자들에게 영향을 미치는 유해요인 또한 종류가 다양해지고 있다고 발표했다(30, 31).

국내의 대학연구소에서 진행한 연구결과에 따르면 사무직종 종사자들에게서 가장 높은 통증 호소율이 나왔으며 관리 대상자로 선정되었다. 특히 목, 어깨, 손목, 손가락, 허리 등의 상체 부위에서 높은 통증 호소율을 보였고, 중량물 취급을 하는 직종에 종사하는 근로자와 반복작업 위주의 직종을 가진 근로자가 그 뒤를 이었다(32, 1). 현대사회에서는 특히 직장이나 집에서의 컴퓨터 사용이 많아지면서 상지와 관련된 질환이 더욱 늘어나고 있는 추세이다(33). 연구에 따르면 미국의 사무직 종사자들에게 근골격계질환은 흔한 직업성질환으로 근로자들의 결근과 매년 4.5조에서 5.4조에 달하는 막대한 의료비용을 발생시킨다(34). 국내에서도 본 연구에서 활용한 Korean Working Conditions Survey 3차 조사에서는 사무직 근로자들이 가장 많은 응답률을 보였으며 1차와 2차 조사에서도 각각 ‘전문가, 기술공 및 준전문가’에 이어 두 번째로 많은 응답률을 보였다(35).

이처럼 사무직 근로자들은 전체 직종에서 많은 비율을 차지하고 있어 상대적으로 더 많은 사람들이 직업성 근골격계질환을 겪고 있다고 볼 수 있다. 따라서 본 연구에서는 국내 작업환경과 사회적 특성에 맞게 EWCS를 보완하여 설문조사한 Korean Working Conditions Survey(이하 KWCS) 설문조사 데이터를 사용하여 사무직종 종사자들의 직업성 근골격계질환에 영향을 미치는 위험요인에 대한 발생률 경감과 발생확률 예측 및 예방을 위한 연구가 필요하다고 판단함에 따라 요인분석

을 시행했다.

2. Method

본 연구에서는 EWCS를 한국인의 특성에 맞게 수정한 설문조사인 KWCS의 3차 결과 데이터를 SAS 9.4의 Enterprise Miner 13.2를 사용하여 분석했다.

2.1 Data

유럽에서는 EWCS를 통해 다양한 측면에서의 연구를 통해 정책적 개발, 특히 작업의 질 및 고용에 기여하는 연구로(36) 본 연구에서는 이러한 EWCS를 한국인의 특성에 맞게 보완한 KWCS 3차년도 데이터를 활용하여 분석을 진행했다. 전체 50,032명의 데이터에 가중치를 적용하고 임금 근로자(피고용자)를 선별하여 사무직에 종사하고 있는 6,464명의 사무직 근로자를 추출했다. 문헌 조사를 통해 사무직 종사자들에게 공통적으로 존재하는 근골격계 발생위험요인(37-42, 33, 34)을 참고하여 KWCS 데이터에 포함된 발생위험요인을 선정하고 각 신체 부위별(상지, 허리, 하지)로 미치는 영향을 분석했다. 본 연구에서 분석 진행한 위험요인은 표 1과 같다.

2.2 Data Analysis

사무직 종사자들의 직업성 근골격계 질환 발생에 영향을 미치는 위험요인에 대한 데이터 분석을 위해 SAS 9.4의 Enterprise Miner 13.2의 Decision Tree 기법을 사용했다. Supervised Learning의 방법 중 하나로 데이터 결과 분석을 나무그림으로 도식화 하여 상대적으로 해석하기 용이하며 Unsupervised Learning에 비하여 정확성이 높아 의료데이터를 활용하여 질환의 발생을 예측하는데도 사용되고 있는 분석방법 중 하나이다(43, 44). 변수는 앞서 언급했듯이 KWCS의 데이터에 존재하는 변수를 대상으로 기존의 문헌을 참고하여 분석을 진행했다.

개인별 요인 (10 중)	성별, 나이, 학력수준, 흡연빈도, 음주빈도, 비만, 건강상태, 결근일수, 고용형태(종사상 지위), 노동조합가입유무
물리적 요인 (20 중)	작업환경 위험요인: (진동, 소음, 고온, 저온, 분진, 증기, 화학물, 담배연기, 감염물질), 작업속도 근골격계 위험요인: (피로하거나 통증을 주는 자세, 사람을 들거나 이동, 무거운 물건 이동, 계속 서 있는 자세, 반복적 손/팔 동작), 현 직장 근속기간, 주당 근무시간, 근무 중 휴식시간, 건강과 안전에 관한 정보 제공 정도, 근무시간과 개인 생활과의 부합도, 근무시간 동안 사적 업무 가능성
사회심리적 요인 (38 중)	직무자율도, 업무요구도, 근로환경만족도, 고객상대, 화가 난 고객 상대, 컴퓨터로 작업, 인터넷/이메일 사용, 작업상황 (동료들이 도와주고 지지해줌, 상사가 도와주고 지지해줌, 작업목표 결정 전 내 의견을 물음, 작업조직이나 작업과정 개선에 참여, 공동업무자 선택 시 내 의견 반영, 원할 때 휴식을 취할 수 있음, 작업 완료에 충분한 시간 있음, 일을 할 때 잘 했다는 느낌, 업무에 내 생각 적용 가능, 쓸모 있는 일을 하고 있다고 느낌, 업무에서 내게 기대되는 것이 무엇인지 인지, 개인적 가치에 맞지 않는 업무가 있음, 업무에 감정적으로 연루되어 일을 함, 업무에서 스트레스를 받음, 업무에서 중요한 의사결정에 영향을 미칠 수 있음, 감정을 숨기고 일을 해야 함), 직속상사의 자질/태도 (내 일에 대한 피드백을 줌, 나를 인격적으로 존중함, 갈등을 잘 해결함, 일을 잘 기획하고 조직함, 중요 의사결정에 나를 참여토록 격려), 차별경험 (연령차별, 학벌차별, 출신지역 차별, 성차별, 고용형태 차별), 지난 1개월/1년간 경험 (언어폭력, 원치 않는 성적 관심, 위협 또는 굴욕적 행동, 신체적 폭력, 왕따/괴롭힘, 성희롱)

Table 1. Risk Factors

3. Results

분석을 할 때 직업성이 아닌 일반 건강상의 문제로 생긴 각 신체부위별 근골격계질환은 제외하고 분석했다. 상지에서는 ‘반복적인 손과 팔의 동작’이 가장 중요한 요인으로 나왔으며 허리의 경우 ‘업무요구도’나 ‘내게 기대되는 것이 무엇인지 인지’가 가장 상위의 변수로 나와 사회심리학적 요인이 강하게 작용한다는 것을 알 수 있었다.

또한 하지의 경우 허리 아래의 신체 부위에서 근골격계질환으로 인한 통증을 수반하는 것으로 비만여부에 의한 요인이 가장 중요한 변수로 나왔다.

3.1 Upper Extremity

상지의 근골격계질환은 손가락부터 어깨와 목에 나타나는 질환으로(45) 컴퓨터 사용등의 이유로 사무직 종사자들에게 가장 흔히 나타나는 부위이다.

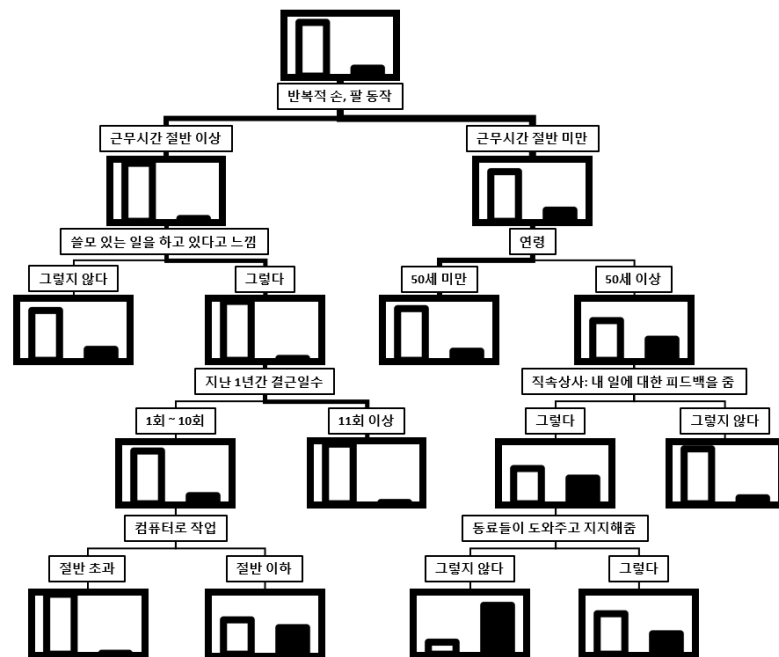


Figure 1. 상지 Decision Tree

변수	중요도
반복적 손, 팔 동작	1.0000
연령	0.8587
동료들이 도와주고 지지해줌	0.7589
직속상사: 내 일에 대한 피드백을 줌	0.6481

Table 2. 상지의 변수중요도

총 6,464명 중 25%가 상지 질환이 있다고 대답했으며 그림 1은 상지 질환이 있다고 대답한 응답자들에 대한 분석결과로 각 요인들이 상지의 근골격계질환 발생에 영향을 미친다는 것을 알 수 있다. 상위 노드일수록 중요도가 높은 것을 의미하며 각 노드 안의 막대그래프의 흰 색은 질환이 있음을, 검은색은 상지 질환이 없음을 나타낸다. 예를 들어 반복적인 팔과 손의 동작이 있다고 대답한 응답자의 87%인 1,196명이 상지 질환이 있다고 해석할 수 있다. 표1은 전체 변수에 대한 중요도로 ‘반복적인 손, 팔 동작’, ‘직속상사의 태도’, ‘내 일에 대한 피드백을 줌’, ‘컴퓨터로 작업’의 순서로 나타나 상위 2개는 각각 물리적 요인, 개인적 요인으로 나타났고 하위 2개의 경우 사회심리학적 요인인 것을 확인 할 수 있다.

3.2 Lower Back

6,464명 중 약 483명의 응답자가 나왔다.

변수	중요도
업무요구도	1.0000
근무시간 동안 사적 업무 가능성	0.7555
업무에서 내게 기대되는 것이 뭔지 인지	0.7021
근무시간 변경 발생빈도 및 통보시기	0.5653

Table 3. 요통의 변수중요도

표2는 요통의 변수 중요도로 ‘업무요구도’, ‘근무시간 동안 사적 업무 가능성’ 등 사회심리적 요인이 강하게 영향을 미치는 것을 확인 할 수 있다.

3.3 Lower Extremity

하지의 근골격계질환은 다리부위에 나타나는 질환으로 둔부에서부터 발가락까지에 통증을 수반하며 무릎을 굽히는 자세가 반복되거나 휴식 없이 두 시간 이상 서있는 자세 또는 자주 뛰어 내리는 동작 등을 할 때 자주 발생한다(47). 하지는 사무직 종사자들 중 12%인 약 785명의 응답자가 나왔으며 변수 중요도를 보면 개인적 요인인 ‘비만여부’가 가장 높았고, ‘반복적 손, 팔 동작’의 물리적 요인, 사회심리적 요인으로 ‘직속상

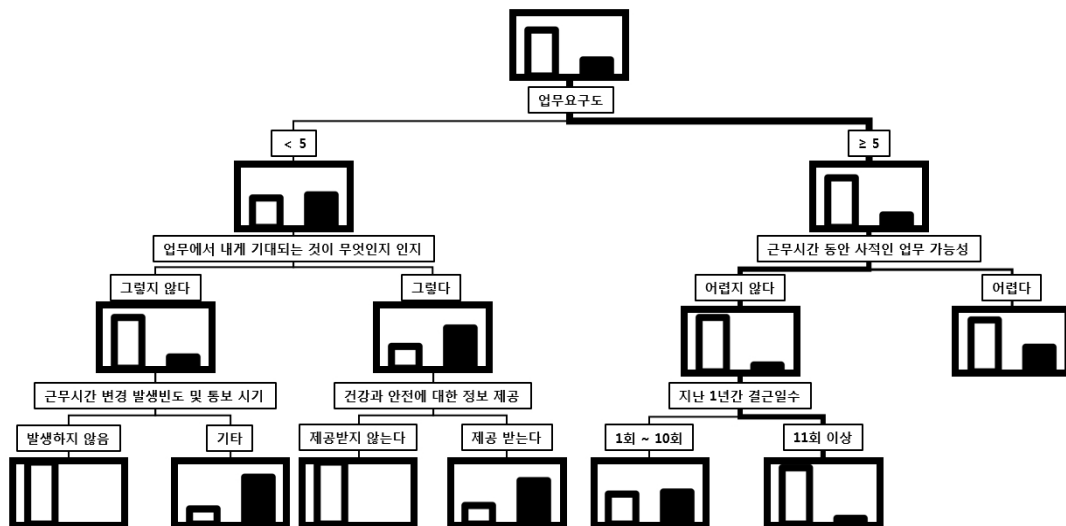


Figure 2. 요통 Decision Tree

허리의 근골격계질환, 즉 요통은 매우 흔하며 큰 통증을 동반할 수 있지만 심각한 질환으로 일 어날 확률은 높지 않다(46). 요통의 경우 전체

사: 일을 잘 기획하고 조직함’, ‘원할 때 휴식을 취할 수 있음’이 나와 상지와 비슷한 결과를 보였다.

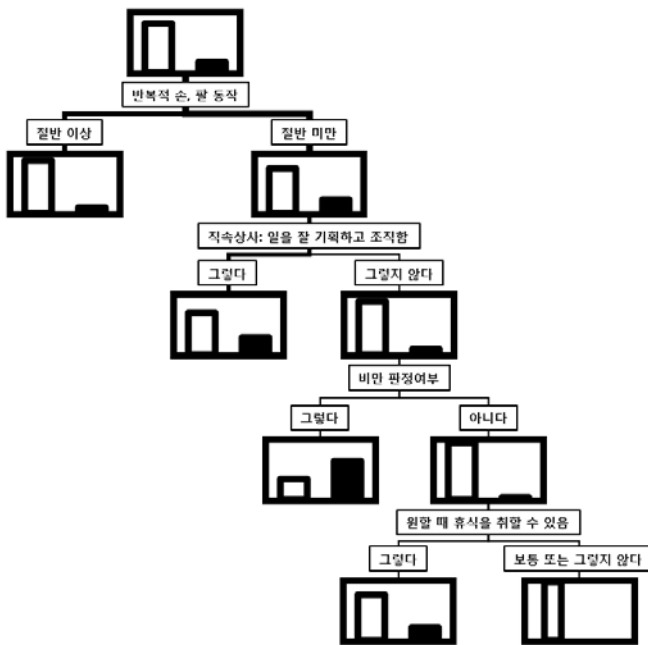


Figure 3. 하지 Decision Tree

변수	중요도
비만여부	1.0000
반복적 손, 팔 동작	0.8848
직속상사: 일을 잘 기획하고 조직함	0.8846
원할 때 휴식을 취할 수 있음	0.4183

Table 4. 하지의 변수중요도

4. Conclusion

본 연구에서는 사무직 종사자들에게 발생하는 직업성 근골격계질환 발생위험요인과 요인별 중요도에 대한 분석을 진행했다. 사무직 종사자들에게 팔과 손의 반복적 사용이 직업성 근골격계질환에 크게 영향을 미치는 것을 알 수 있었으며 요통의 경우 특히 사회심리적 요인이 크게 영향을 미치는 것을 알 수 있다. 또한 상지와 하지에서도 사회심리적 요인 중 하나인 직속 상사와의 관계가 중요한 변수로 나와 사무직 종사자들이 사회심리적 요인으로 인해 근골격계질환이 발생할 확률이 높다는 것을 확인할 수 있었다.

또한 기존의 근골격계질환 분석에 주로 사용되고 있는 Logistic Regression 기법과 모델 비교를 해본 결과, ROC Index 및 AUC가 넓게 나와 Decision Tree 모델을 사용한 결과가 더 성능이 좋다는 것을 알 수 있다.

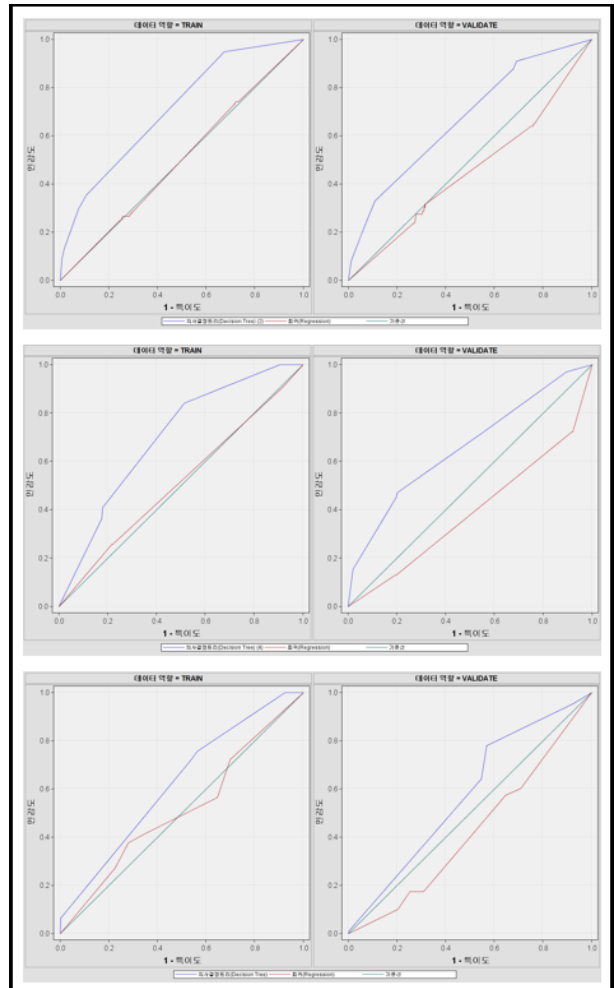


Figure 4. 상지 · 허리 · 하지의 Decision Tree와 Regression ROC Curve

	Upper Limb	Lower Back	Lower Limb
Decision Tree	0.71	0.658	0.621
Regression	0.495	0.4	0.517

Table 5. ROC Index

추후 진행할 연구에서는 이번 연구 결과를 활용하여 직업성 근골격계질환의 발생확률을 예측할 수 있는 모델을 제안하고자 한다. 하지만 현재 우리나라의 경우 업무와 관련이 없는 원인으로 인한 질환이 발병한 경우 직업성질환으로 보지 않지만, 업무와 관련 없이 발생한 질환이더라도 업무 수행으로 인해 악화

가 될 경우 직업 관련성 질환으로 판단하기 때문에 (1) 실제 업무만으로 인해 발생할 수 있는 질환을 예측하기 어렵다. 또한 설문조사 데이터 특성상 실제 실험을 통해 추출한 데이터에 비해 신뢰도가 떨어진다는 아쉬움이 있다. 따라서 추후 연구에서는 정확한 직업성 근골격계질환의 발생확률을 예측하기 위해 질환의 병인을 직업성과 직업성이 아닌 것의 차이를 줄 수 있는 데이터의 확보가 필요하다고 생각하며, 설문조사 응답자의 추적조사를 통해 cohort database를 구축하여 노화로 인한 근골격계질환과 직업성 근골격계질환을 구분지어 사무직 종사자들의 연령대별 직업성 근골격계질환의 발생확률을 예측한다면 더욱 신뢰도 높은 연구결과를 얻을 수 있을 것으로 생각한다.

References

1. Kyoo Sang Kim, Jung Keun, Day Sung Kim, Status and Characteristics of Occurrence of Work-related Musculoskeletal Disorders, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 29(4), 405-422, 2010.
2. MUSCULOSKELETAL DISORDERS, *National Institute for Occupational Safety and Health*, <http://www.cdc.gov/niosh/programs/msd/default.html> (retrieved September 23, 2015)
3. Work-related ill health and occupational disease, *Health and Safety Executive*, <http://www.hse.gov.uk/Statistics/causdis/index.htm> (retrieved September 23, 2015)
4. Laura Punnett, David H. Wegman, Work-related musculoskeletal disorders: the epidemiologic evidence and the debate, *Journal of Electromyography and Kinesiology* 14, 13-23, 2004
5. 한국산업안전보건공단, *GLOBAL Newsletter on Safety and Health at Work* 231, 2010
6. Kate Summers, Kimberly Jinnett, Stephen Bevan, Musculoskeletal Disorders Workforce Health and Productivity in the United States, The Work Foundation, *The Center For Workforce Health and Performance*, 2015
7. Eun-A Kim, Minori Nakata, Work-related Musculoskeletal Disorders in Korea and Japan: A Comparative Description, *Annals of Occupational and Environmental Medicine*, 26:17, 2014
8. Marie-Eve Chiasson, Daniel Imbeau, Judy Major, Karine Aubry, Alain Delisle, Influence of musculoskeletal pain on workers' ergonomic risk factor assessments, *Applied Ergonomics* 49, 1-7, 2015
9. Mesquita, Musculoskeletal Disorders in Workers-risk factors: What Can We Do?, *Occupational Medicine & Health Affairs* 1:3, 2013
10. Sam Murphy, Peter Buckle, David Stubbs, A cross-sectional study of self-reported back and neck pain among English schoolchildren and associated physical and psychological risk factors, *Applied Ergonomics* 38, 797-804, 2007
11. Baiduri Widanarko, Stephen Legg, Jason Dvereux, Mark Stevenson, The combined effect of physical, psychosocial/organizational and/or environmental risk factors on the presence of work-related musculoskeletal symptoms and its consequences, *Applied Ergonomics* 45, 1610-1621, 2014
12. Hsin-Yi Kathy Cheng, Chen-Yi Cheng, Yan-Ying Ju, Work-related musculoskeletal disorders and ergonomic risk factors in early intervention educators, *Applied Ergonomics* 44, 134-141, 2013
13. Bruno R. da Costa, PT, MSc and Edgar Ramos Vieira, PT, PhD, Risk Factors for Work-Related Musculoskeletal Disorders: A Systemic Review of Recent Longitudinal Studies, *American Journal of Industrial Medicine* 53, 285-323, 2010
14. Christine Brulin, RNT, Bjorn Gerdle, MD, Brittmarie Granlund, PhD, Jonas Hoog, PhD, Anders Knutson, PhD, Gunnevi Sundelin, PhD, Physical and Psychosocial Work-Related Risk Factors Associated with Musculoskeletal Symptoms among Home Care Personnel, *Scandinavian University Press* 12, 104-110, 1998
15. Heather Bruneau, Work-Related Musculoskeletal Disorders in Dental Professional and Dental Hygiene Students, *UCHC Graduate School Masters Theses* 18, 1-95, 2003
16. K. Walker-Bone and K. T. Palmer, Musculoskeletal disorders in farmers and farm workers, *Society of Occupational Medicine* 52(8), 441-450, 2002
17. Byron E Bork, Thomas M Cook, John C Rosecrane, Kristem A engelhardt, Mary-Ellen J Thomason, Ivalyn J Wauford, Rachel K Worley, Work-related musculoskeletal disorders among physical therapists, *Journal of the American Physical Therapy Association and Physical Therapy*, 76(8), 827-835, 1996
18. 윤훈용, 송미진, 산업현장에서의 한국과 미국의 근골격계질환 현황 분석, *대한인간공학회 학술대회논문집*, 10, 468-472, 2006
19. Fourth European Working Conditions Survey, *European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions*, 2007
20. Fifth European Working Conditions Survey, *European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions*, 2012
21. Ruth K. Raanaas, Donald Anderson, A questionnaire survey of Norwegian taxi drivers' musculoskeletal health, and work-related risk factors, *International Journal of Industrial Ergonomics* 38, 280-290, 2008
22. Filipe Fernandes Oliveira Dantas, Kenio Costa de Lima, The relationship between physical load and musculoskeletal

- complaints among Brazilian dentists, *Applied Ergonomics* 47, 93-98, 2015
23. Pedro M. Arezes, C.A. Bernardo, Olga A. Mateus, Measurement strategies for occupational noise exposure assessment: A comparison study in different industrial environments, *International Journal of Industrial Ergonomics* 42, 172-177, 2012
 24. Fadi A. Fathallah, Musculoskeletal disorders in labor-intensive agriculture, *Applied Ergonomics* 41, 738-743, 2010
 25. S. Warming, D.H. Precht, P. Suaicani, N.E. Ebbelohj, Musculoskeletal complaints among nurses related to patient handling tasks and psychosocial factors – Based on logbook registrations, *Applied Ergonomics* 40, 569-576, 2009
 26. R.H. Westgaard, J. Winkel, Occupational musculoskeletal and mental health: Significance of rationalization and opportunities to create sustainable production systems – A systematic review, *Applied Ergonomics* 42, 261-296, 2011
 27. Mario Ferreira Jr., Paulo H.N. Sladiva, Computer-telephone interactive tasks: predictors of musculoskeletal disorders according to work analysis and workers' perception, *Applied Ergonomics* 33, 147-153, 2002
 28. Marina Zambon Orpinelli Coluci, Neusa Maria Costa Alexandre, Psychometric properties evaluation of a new ergonomic-related job factors questionnaire developed for nursing workers, *Applied Ergonomics* 45, 1588-1596, 2014
 29. Jodi Oakman, Wendy Macdonald, Yvonne Wells, Developing a comprehensive approach to risk management of musculoskeletal disorders in non-nursing health care sector employees, *Applied Ergonomics* 45, 1634-1640, 2014
 30. 업무상 질병 인정범위 및 기준에 관한 연구, *고용노동부*, 2012
 31. 직업성 근골격계질환 사례와 관리, *한국산업안전보건공단*, 2009
 32. 김철홍, 이명행, 문명국, 다양한 직종 및 업종별 근골격계질환 특성 분석, *대한인간공학회 학술대회논문집*, 20-27, 2009
 33. Zairina Abdul Rahman, MD, MPH, Abdul Sallam Atiya, MBBS, MSc, Prevalence of Work-Related Upper Limbs Symptoms (WRULS) Among Office Workers, *Asia-Pacific Journal of Public Health* 21, 252-258, 2009
 34. Priyanga Ranasinghe, Yashasvi S Perera, Dilusha A Lamabadusuriya, Supun Kulatunga, Naveen Jayawardana, Senka Rajapakse, Prasad Katulanda, Work-related complaints of arm, neck and shoulder among computer office workers in an Asian country: prevalence and validation of a risk-factor questionnaire, *BMC Musculoskeletal Disorders* 12, 1471-2474, 2011
 35. 이경용, 박종식, 윤영식, 취업자 근로환경조사 심층분석 연구 - 취업자의 유해위험요인 복합노출 특성 분석, *한국안전보건공단*, 2012
 36. Korean Working Conditions Survey Report, *Occupational Safety & Health Research Institute*, 2006
 37. P.M. Bongers, S. Ijmker, S. van den Heuvel, B. M. Blatter, Epidemiology of work related neck and upper limb problems: Psychosocial and personal risk factors(Part I) and effective interventions from a bio behavioural perspective (Part II), *Journal of Occupational Rehabilitation* 16, 272-295, 2006
 38. B. Cagnie, L. Danneels, D. Van Tiggelen, V. De Loose, D. Cambier, Individual and work related risk factors for neck pain among office workers: a cross sectional study, *European Spine Journal* 16, 679-686, 2007
 39. R. H. Westgaard, C. Jensen, K. Hansen, Individual and work-related risk factors associated with symptoms of musculoskeletal complaints, *International Archives of Occupational Environmental Health* 64, 405-413, 1993
 40. Kristel Oha, Liina Animägi, Mati Pääsuke, David Coggon, Eda Merisalu, Individual and work-related risk factors for musculoskeletal pain: a cross-sectional study among Estonian computer users, *BMC Musculoskeletal Disorders* 15, 1471-2474, 2014
 41. Shahla Eltayeb, J. Bart Staal, Amar Hassan, Rob A. de Bie, Work Related Risk Factors for Neck, Shoulder and Arms Complaints: A Cohort Study Among Dutch Computer Office Workers, *Journal of Occupational Rehabilitation* 19, 315-322, 2009
 42. Michel Aptel, Agnès Aublet-Cuvelier, Jean Claude Cnockaert, Work-related musculoskeletal disorders of the upper limb, *Joint Bone Spine* 69, 546-555, 2002
 43. S. Rasoul Safavian, David Landgrebe, Survey of Decision Tree Classifier Methodology, *Institute of Electrical and Electronics Engineers* 21, 660-674, 1991
 44. Johannes Mair,MD, Jöhn Smidt,MD, Peter Lechleitner,MD, Franz Dienstl, Bernd Puschendorf,MD, A Decision Tree for the Early Diagnosis of Acute Myocardial Infarction in Nontraumatic Chest Pain Patients at Hospital Admission, *American College of Chest Physicians Chest Journal* 108, 1502-1509, 1995
 45. Upper limb disorders, *Health and Safety Executive*, <http://www.hse.gov.uk/msd/uld/> (retrieved September 27, 2015)
 46. Back pain, *Health and Safety Executive*, <http://www.hse.gov.uk/msd/backpain/index.htm> (retrieved September 27, 2015)
 47. Lower limb disorders, *Health and Safety Executive*, <http://www.hse.gov.uk/msd/lld/index.htm> (retrieved September 27, 2015)
 48. Olanre Okunribido, Tony Wynn, Ageing and work-related musculoskeletal disorders-A review of the recent literature, *Health and Safety Executive* 2010, 1-50

Acknowledgements

This work was supported by the National Research Foundation of Korea(NRF) grant funded by the Korea government(MSIP) (No. 2010-0028631).